



Strumenti di ausilio per la pianificazione territoriale delle infrastrutture di ricarica

Nataschia Andrenacci – ENEA (DTE/PCU/STMA)
Roberto Ragona – ENEA (DTE/PCU/STMA)
Gaetano Valenti – ENEA (DTE/PCU/STMA)

**Workshop ENEA per la Ricerca di Sistema Elettrico:
Efficienza Energetica nell'Elettromobilità
Roma 15 Luglio 2015**

b.1 La distribuzione delle infrastrutture per l'elettromobilità in ambito urbano

La ricarica non domestica, lenta (parcheggi) o rapida (stazioni di servizio) che sia, è una delle opzioni dimostrate utili per aumentare l'autonomia del mezzo elettrico. Al fine di valutarne i costi infrastrutturali, diviene essenziale valutare correttamente la numerosità e ottimizzare la dislocazione delle aree di ricarica all'interno della rete stradale in relazione ai consumi energetici veicolari.

a) Dislocazione ottimale delle stazioni di ricarica

b) Determinazione per ciascuna stazione della sua "taglia" energetica

Lo scopo finale del lavoro è quello di andare incontro alle esigenze dell'utente di vetture elettriche, in maniera da assicurare su base calcolata il rispetto del vincolo di autonomia dello spostamento mediante una dislocazione ben valutata delle stazioni di ricarica sul territorio urbano.

4.3 Numero minimo di infrastrutture di ricarica

OBIETTIVO FONDAMENTALE: identificare una rete di ricarica che garantisca la circolazione dei veicoli elettrici (o ibridi) senza soluzione di continuità dalle aree comunali, alle aree metropolitane fino agli ambiti regionali ed extraregionali.

PRIMA FASE: vengono indicate una serie di variabili che dovranno essere prese in considerazione per identificare il numero minimo di infrastrutture di ricarica (pubbliche e private) necessarie a coprire una determinata area geografica sul territorio nazionale.

In particolare, per ciascuna area di riferimento (Comune, Area Metropolitana, Provincia o Regione) sono stati individuati i seguenti attributi:

- **Popolazione**
- **Densità abitativa**
- **Superficie**
- **Popolazione attiva**

Da incrociare con

- **Tasso di Motorizzazione**
- **% Parco Veicoli elettrici in un determinato orizzonte temporale (2015, 2020, ecc.)**
- **il livello di emissioni di CO2 presente nell'area considerata (se disponibile)**

Infine in merito al rapporto minimo tra numero di infrastrutture complessive e numero di infrastrutture di ricarica pubbliche accessibili a tutti questo viene fissato pari a 1 su 8.

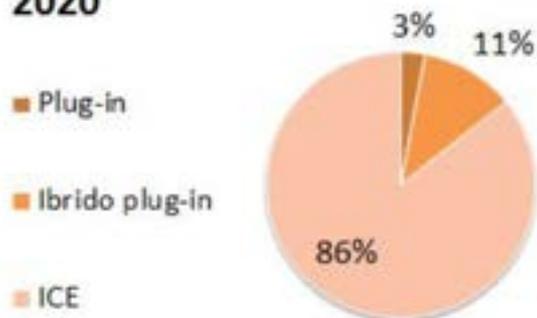
Previsioni di diffusione per l'Europa dei veicoli elettrici (puri ed ibridi)



% VENDITE NUOVE AUTOMOBILI	CONVENZIONALI	IBRIDE PLUG-IN	PLUG-IN
2020			
Batt.Lento-Infr.Lento	94,5	5	0,5
Batt.Lento-Infr.Rapido	90,2	8,9	0,9
Batt.Rapido-Infr.Lento	92	6,4	1,6
Batt.Rapido-Infr.Rapido	85,7	11,4	2,9
2030			
Batt.Lento-Infr.Lento	84,6	13,5	1,9
Batt.Lento-Infr.Rapido	58,5	32,5	9
Batt.Rapido-Infr.Lento	80	15,4	4,7
Batt.Rapido-Infr.Rapido	38,4	32,6	29

Tabella: Quote di mercato dei veicoli elettrici in diversi scenari possibili (JRC, 2010)

2020



2030

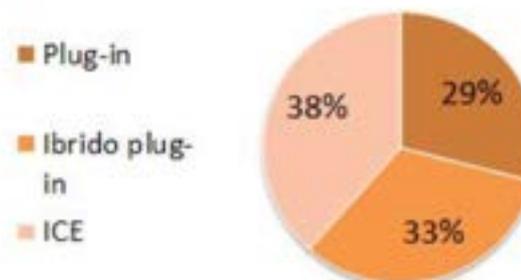


Tabella: Quote di mercato nello scenario più ottimistico (JRC, 2010)

Numeri recenti sulla mobilità elettrica

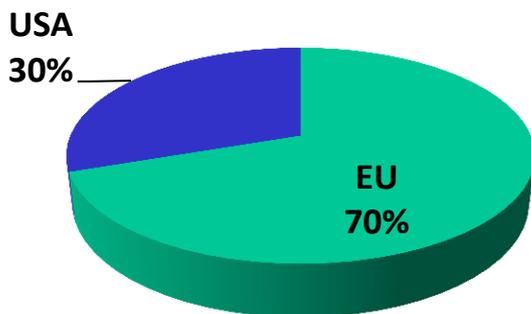


Mercato delle auto elettriche: l'Europa supera gli USA (da Rinnovabili.it)

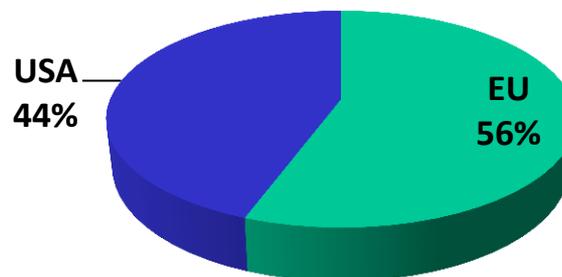
Statistiche di
gennaio-aprile 2015
(Mercato EU stesso periodo:
~ 4.9 ml di autovetture)

Vendite auto elettriche	EU	USA
PHEV	24.578	10.684
PEV	26.808	21.403
Tot	51.386	32.087

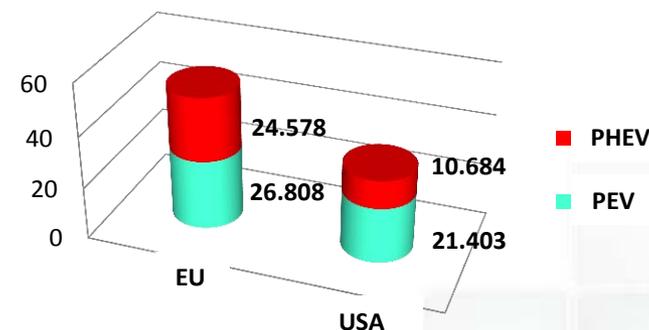
Ibride Plug-in (PHEV)



Pure elettriche (PEV)



Mercato Elettrico gennaio-aprile 2015 (EU+USA)



Non va sottovalutato nemmeno l'exploit del mercato cinese, che si sta avvicinando a quello occidentale. In Cina, nello stesso periodo (gennaio-aprile 2015), sono stati venduti **27.405 veicoli ibridi e **16.138 veicoli elettrici**.**

“Evolution – Electric Vehicles in Europe: gearing up for a new phase?”

Amsterdam Roundtables Foundation in collaboration with McKinsey & Company



Tabella 3.2

In many countries, policy initiatives support the development of charging infrastructure today

Overview of policy initiatives for EV charging infrastructure by country*

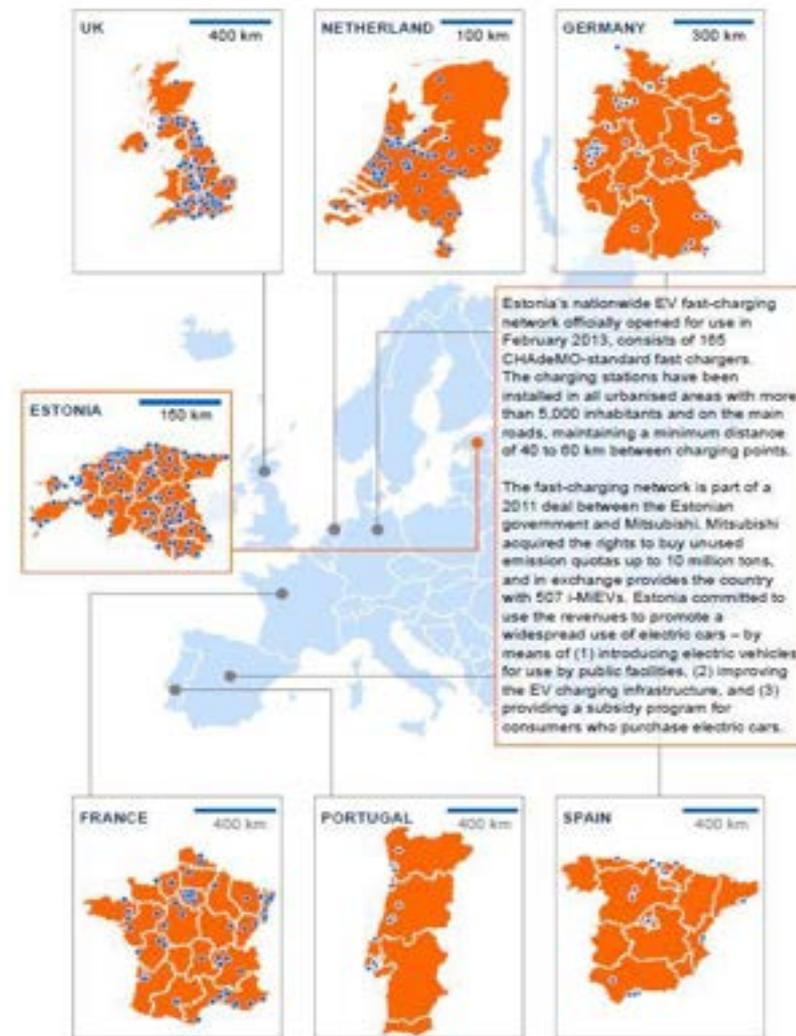
Country	Description	Non-residential ¹ charging points installed, 2013
UK	• EUR -44 million for charging points for residential, street, railway, and public sector locations (available until 2015, plans to install 13,500 domestic and 1,500 on-street points)	• Slow charger: ~3,000 • Fast charger: ~150
FRA	• EUR 50 million to cover 50% of EV charging infrastructure (cost of equipment and installation) • Local administrations are involved in EV infrastructure projects and stimulating sales by increasing the EV share of their fleets and initiating car-sharing projects	• Slow charger: ~1,700 • Fast charger: ~100
GER	• Four regions nominated as showcase regions for BEVs and PHEVs • German government supports R&D activities for inductive and quick charging technologies and encourages local authorities to establish charging infrastructure • However, build-up of charging stations seen as task of private economy	• Slow charger: ~2,500 • Fast charger: ~50
NED	• The Netherlands currently has roughly 1.1 charging stations per vehicle, the most EV/SE per capita worldwide • Government introduced tax incentives to support creation of charging infrastructure	• Slow charger: ~6,000 • Fast charger: ~120
PT	• Subsidy of EUR 5,000 for the first 5,000 new electric cars sold in the country • EUR 1,500 incentive if the consumer turn in a used car as part of the down payment for the new electric car	• Slow charger: ~1,000 • Fast charger: ~70
ESP	• Public incentives for a pilot demonstration project. Incentives for charging infrastructure in cooperation between national and regional government • Movele program (2008-2011, investments EUR ~10 million) targeted ramp up of infrastructure and dispersion of EVs in Barcelona, Madrid, and Seville • Spain's national government sets the goal of putting 343,510 charging points throughout Spain until 2015	• Slow charger: ~800 • Fast charger: ~20
SWE	• No general support for charging points besides R&D (Research, Development and Demonstration) funding (EUR 1 million in 2012)	• Slow charger: ~1,000 • Fast charger: ~20
DEN	• EUR ~10 million for development of charging infrastructure	• Slow charger: ~3,800 • Fast charger: ~120
FIN	• EUR 5 million reserved for infrastructure as part of the national EV development program, ending in 2013	• Slow charger: n/a • Fast charger: n/a
NO	• EUR 1,200 as a subsidy if you put up a EV charging station in Oslo	• Slow charger: ~1,300 • Fast charger: ~87

* Countries currently charging infrastructure available. ¹ Non-residential only due to missing data for residential charging infrastructure.
SOURCE: ENI, University of Duisburg-Essen, "Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles", Netherlands Enterprise Agency, McKinsey

Tabella 3.3

Fast charger deployment – Select countries

CHAdeMO fast chargers, only



SOURCE: CHAdeMO 2013; Estonia e-mobility program (EMO)

Nuove opportunità dai Big Data della mobilità



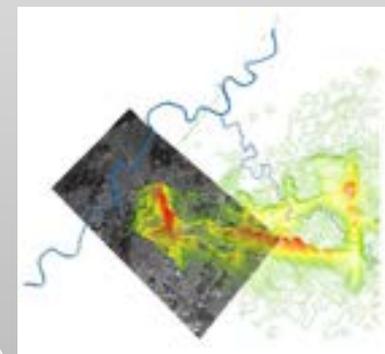
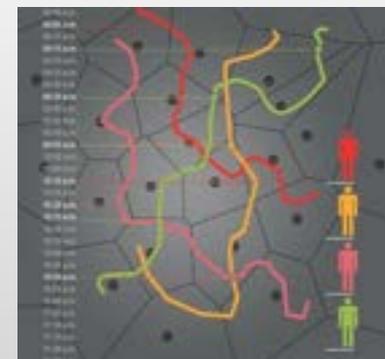
Big Data della mobilità: insieme di informazioni e dati geo-referenziati continuamente generati da dispositivi mobili (smart-phone, tablet e unità di bordo) e siti WEB di social network e social forum.

Vantaggi:

- Sistematicità, economicità e completezza;
- Migliore comprensione di comportamenti e abitudini dei viaggiatori;
- Modelli di simulazione più aderenti alla realtà;
- Accurata conoscenza dello «shift» modale;
- Aumentata conoscenza delle prestazioni del trasporto urbano.

Passi principali per la modernizzazione :

- Attivazione di accordi con operatori e gestori per l'acquisizione di dati;
- Applicazione del concetto «open data» nel settore della mobilità;
- Sviluppo di strumenti per l'analisi e l'estrazione della conoscenza;
- Sviluppo di adeguate tecniche di tutela della privacy.



La ricerca ENEA sui Floating Car Data (FCD)



La tecnologia FCD si basa sull'utilizzo di un elevato numero di terminali di bordo (con localizzatore GPS e connessione GSM), installati prevalentemente su autovetture, che rilevano tutti gli eventi relativi alla guida delle stesse dal momento dell'accensione a quello dello spegnimento.

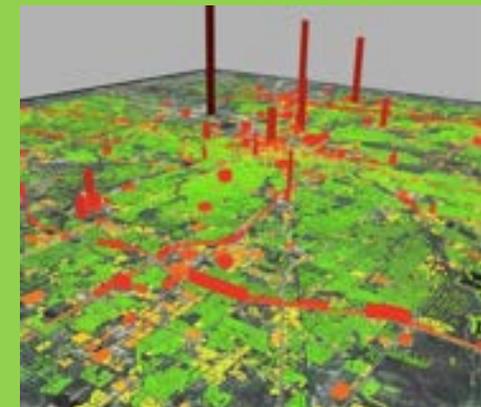


Il focus della ricerca è di sviluppare nuovi strumenti per:

- **estendere e migliorare la conoscenza della mobilità e del traffico;**
- **rendere i processi decisionali relativi alla pianificazione e gestione del trasporto urbano più affidabili ed efficienti.**

Sono stati sviluppati algoritmi e strumenti per:

- **La previsione a breve termine dello stato del traffico e il rilevamento delle anomalie (STREET);**
- **L'analisi della mobilità privata e delle soste (PRIMO);**
- **Il calcolo dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti (ECOTRIP);**
- **La valutazione della vulnerabilità della rete viaria e piani di emergenza (Progetto Roma)**



Il sistema FCD di OCTOTELEMATICS

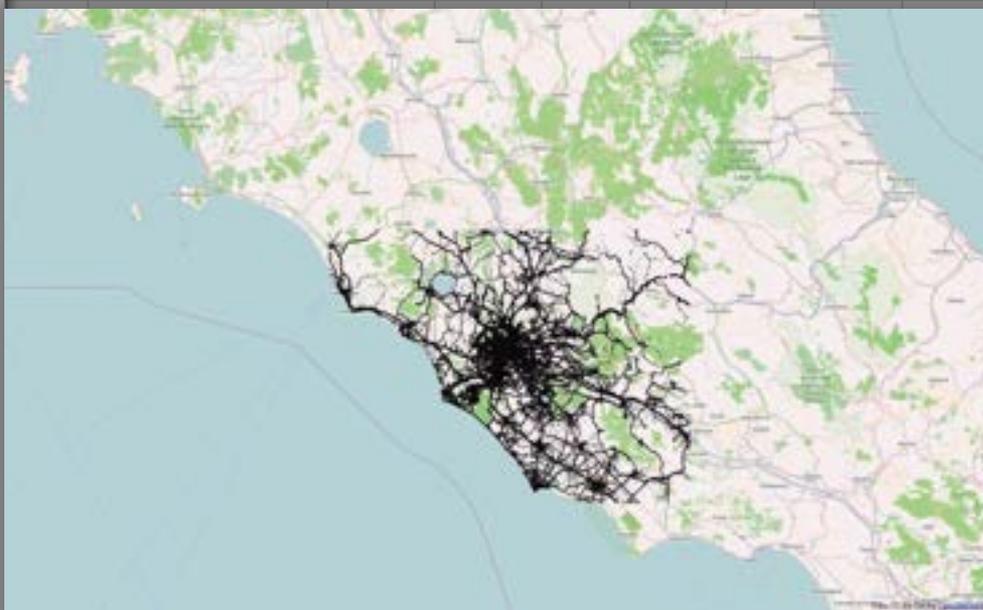


idterm integer	timedate timestamp without time	latitude integer	longitude integer	speed smallint	direction smallint	grade smallint	panel smallint	distance smallint
330	2011-05-10 10:16:02	41672379	12499607	0	0	1	0	0
330	2011-05-10 10:19:43	41685811	12490340	74	314	3	1	2075
330	2011-05-10 10:21:19	41697695	12470977	76	304	3	1	2095
330	2011-05-10 10:22:57	41710929	12455360	58	336	2	1	2037
330	2011-05-10 10:24:33	41725383	12440444	80	304	3	1	2091
330	2011-05-10 10:26:04	41741008	12431730	78	8	3	1	2026
330	2011-05-10 10:27:32	41757289	12436309	62	36	3	1	2044
330	2011-05-10 10:29:23	41774292	12444388	72	358	3	1	2113
330	2011-05-10 10:31:13	41791325	12451437	62	12	3	1	2009
330	2011-05-10 10:32:55	41808781	12457400	86	24	3	1	2017
330	2011-05-10 10:36:18	41825038	12468225	58	18	3	1	2056
330	2011-05-10 10:39:45	41842102	12475669	60	22	3	1	2050
330	2011-05-10 10:45:12	41852386	12476575	18	276	3	1	2001
330	2011-05-10 10:47:53	41854749	12476006	0	40	3	2	709
330	2011-05-10 11:20:52	41854671	12476024	0	0	1	0	0



Oltre 1 Milione di OBU in Italia
 Frequenza di campionamento:

- 30 secondi sulle strade TMC;
- 2 Km sulle altre strade



Maggio 2011	
101.123.358	Tracce
119.515	Veicoli
835 Km/veh	Percorrenze
11.462.053	Traiettorie

Maggio 2013	
153.085.734	Tracce
150.633	Veicoli
777 Km/veh	Percorrenze
14.220.671	Traiettorie

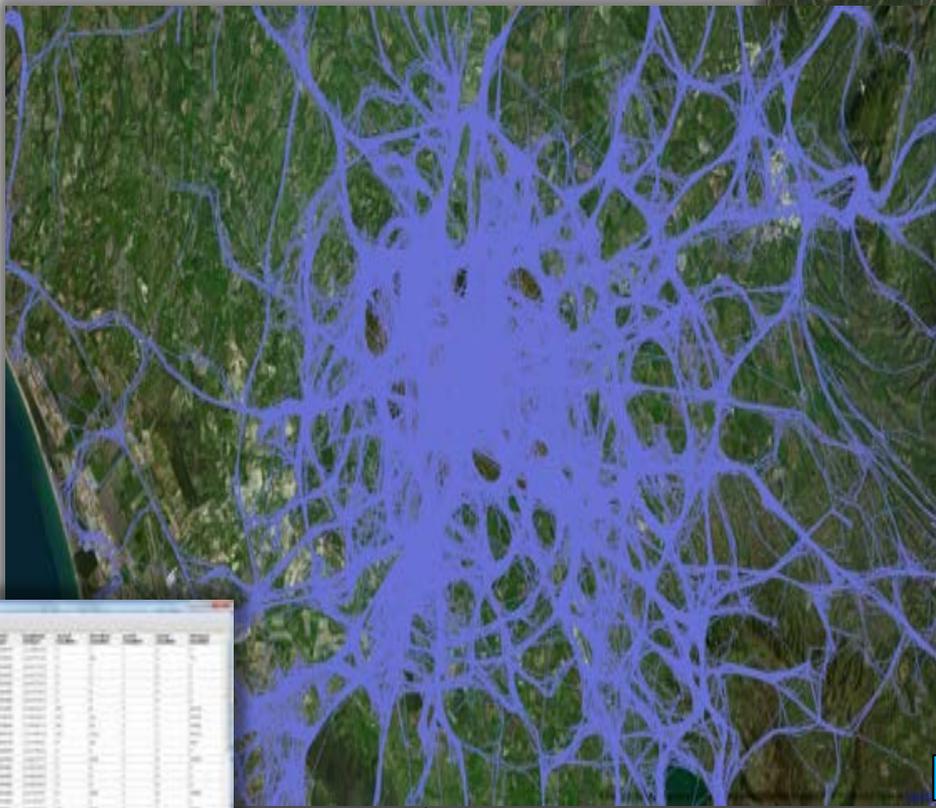
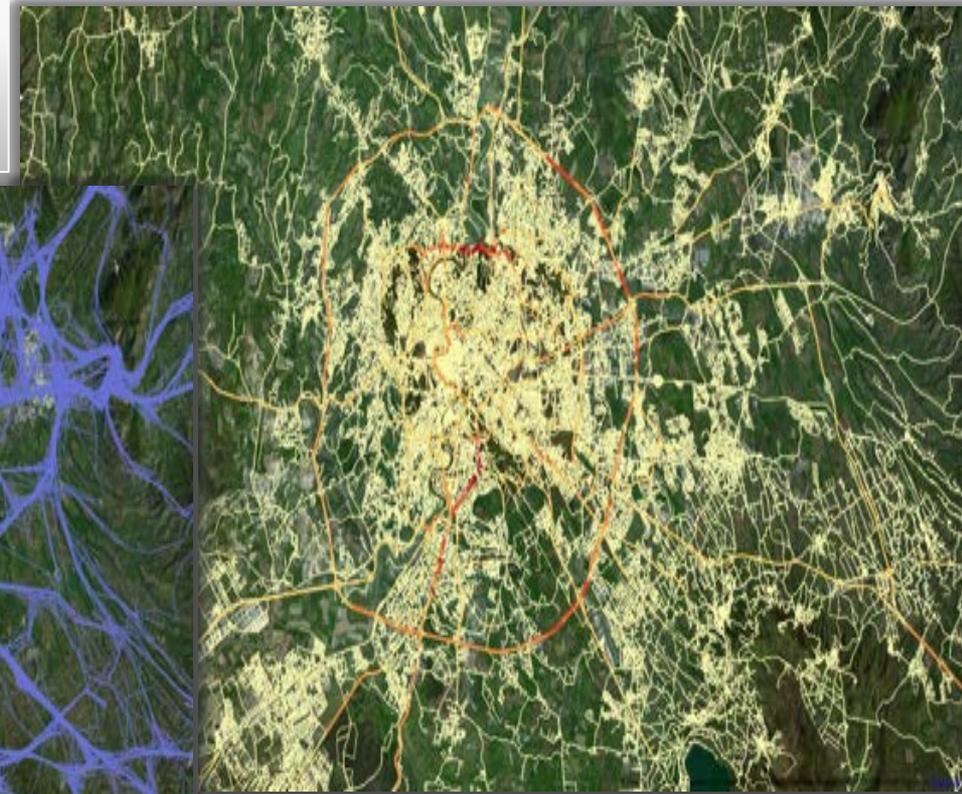
Processamento automatico dei dati FCD grezzi



Roma (Maggio 2013)

Numero tracce: $153 \cdot 10^6$

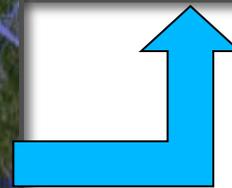
↳ Numero traiettorie: $14 \cdot 10^6$



ID	Time	X	Y	Speed	...
1	10:00:00	12.5	45.2	50	...
2	10:00:05	12.5	45.2	50	...
3	10:00:10	12.5	45.2	50	...
4	10:00:15	12.5	45.2	50	...
5	10:00:20	12.5	45.2	50	...



Estrazione e codifica dei viaggi/traiettorie



Dai dati grezzi alla conoscenza

Dati atomici

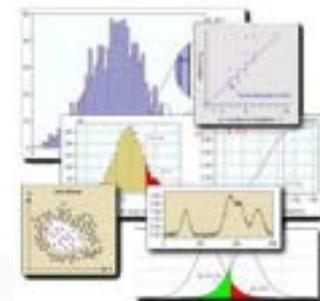
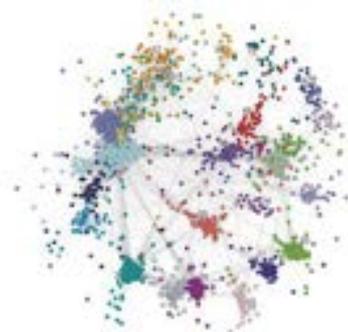
- Tracce veicoli

Strutture dati aggregate

- Clustering spazio-temporale
- Traiettorie
- Percorsi su rete stradale digitalizzata

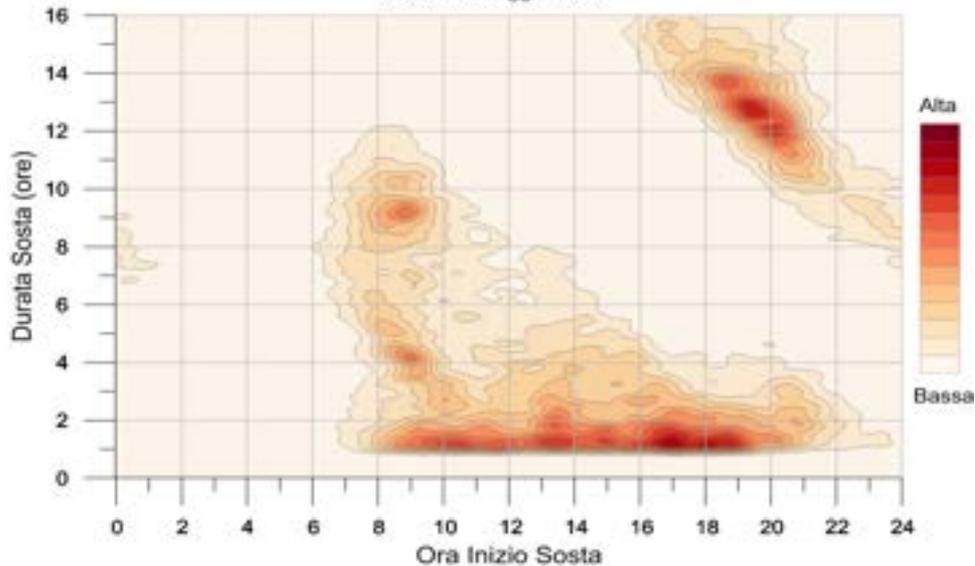
Profiling

- Caratterizzazione della mobilità
- Analisi viaggi (tempi, consumi, emissioni)
- Valutazione delle prestazioni della rete

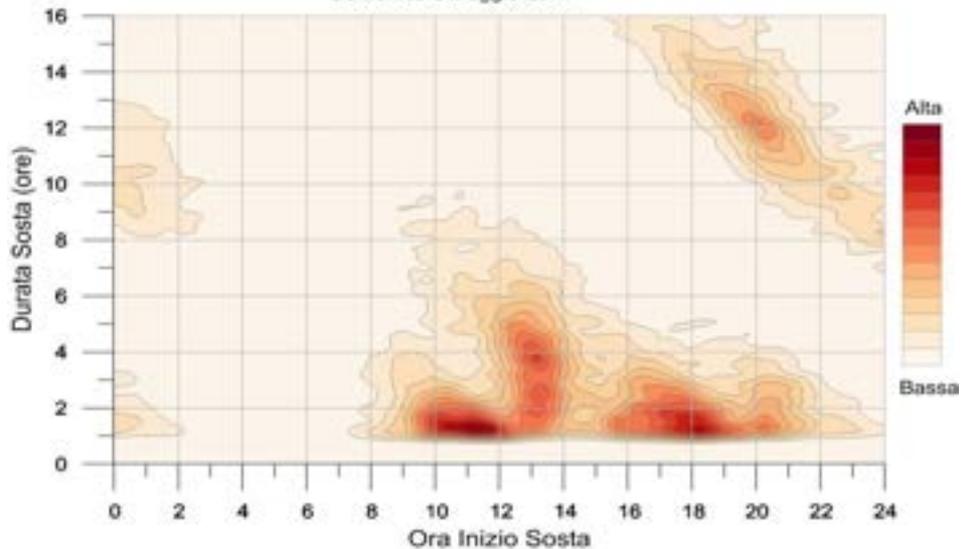


Statistiche delle soste

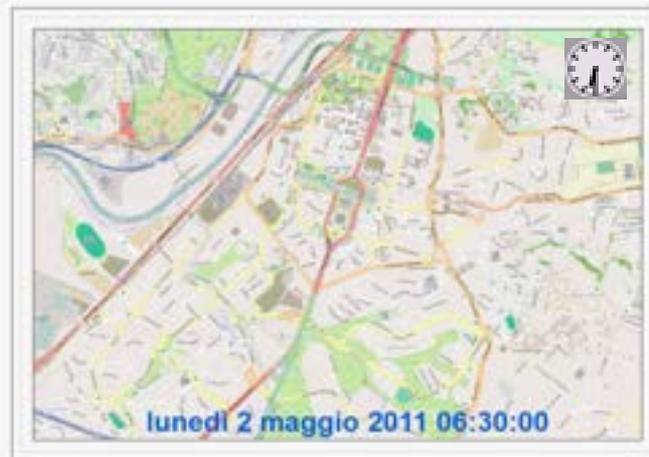
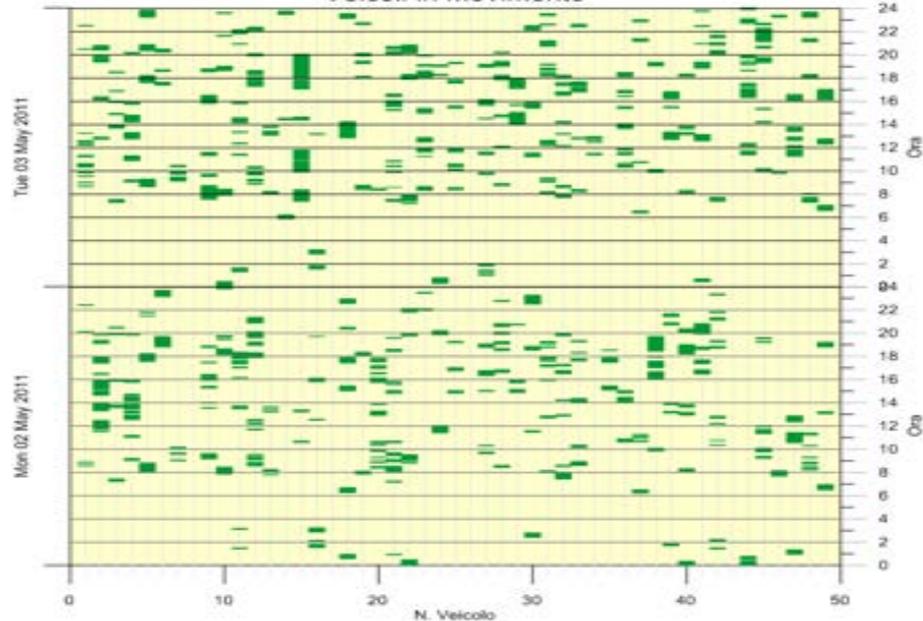
Densità soste di durata ≥ 1 ora
Martedì 3 Maggio 2011



Densità soste di durata ≥ 1 ora
Domenica 8 Maggio 2011



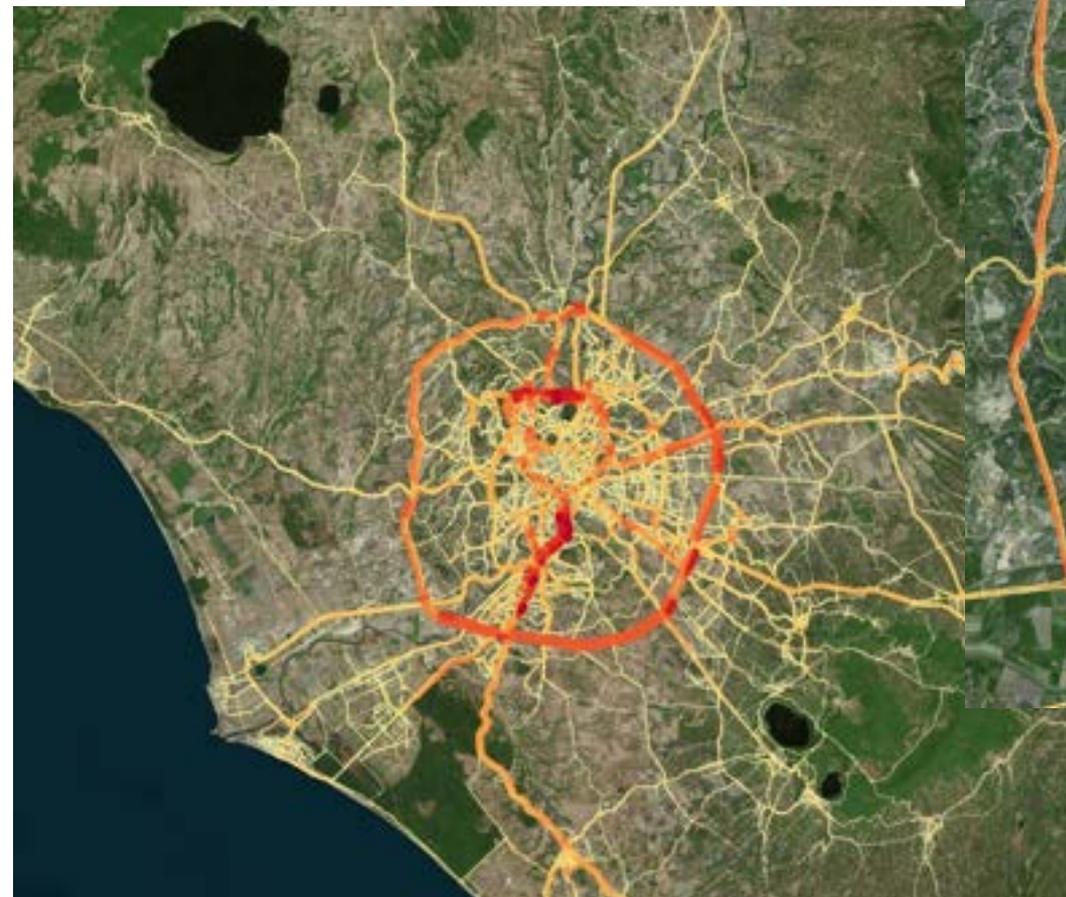
Veicoli in movimento



Flussi di veicoli OCTO (6:00-9:00)



Densità veicolare



Simulazione di un evento di traffico



L'algoritmo di map-matching delle traiettorie

Grafo viario

Manovre Vietate

Traiettorie

INPUT

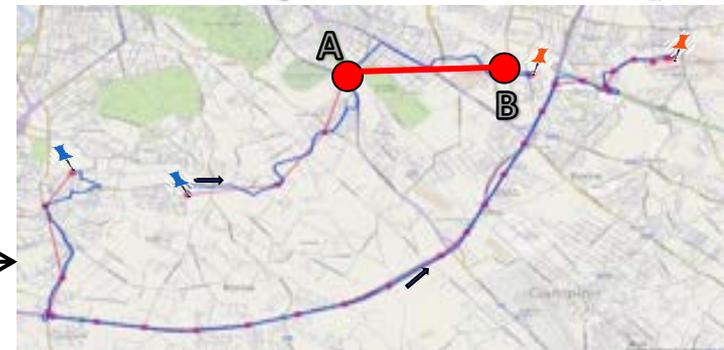
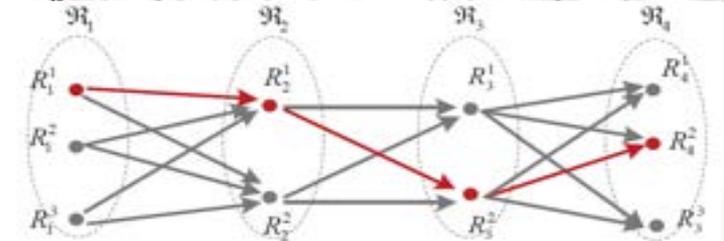
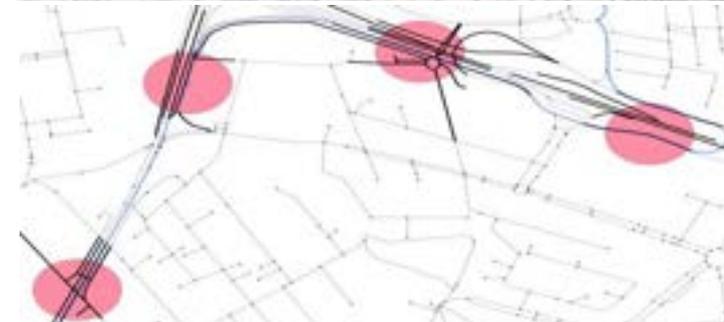
Identificazione degli archi candidati

Stima della posizione sugli archi candidati

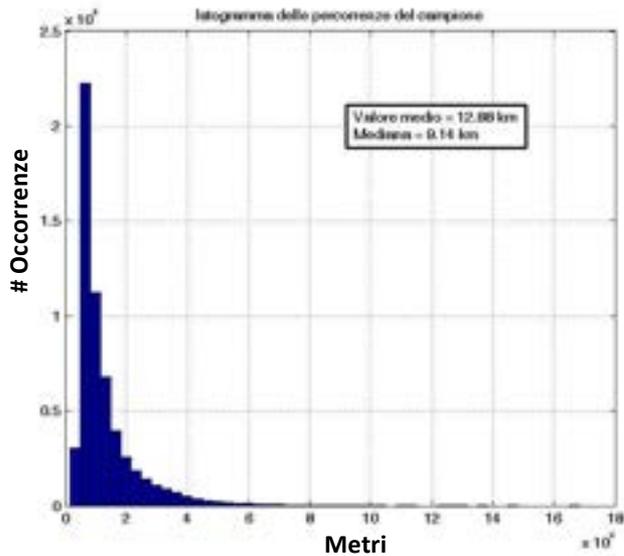
Routing tra coppie di archi candidati

Scelta del percorso

Maggio 2013:
14.220.671 traiettorie



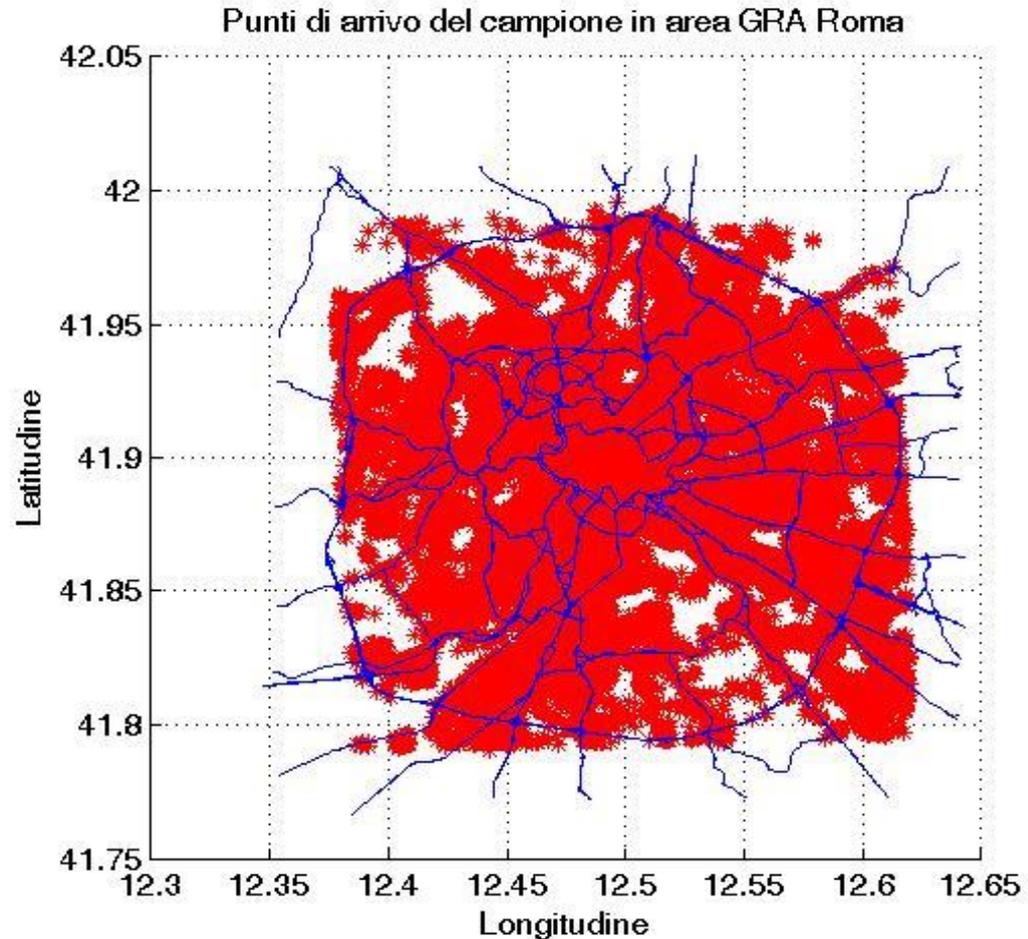
Campione considerato: 6-11 Maggio 2013, ore 7-10
(Percorrenze > 4.5 km, 57.890 traiettorie/viaggi)



Metodologia parametrica
(campione Octo: circa 6% del circolante)

Punti di arrivo in area GRA:

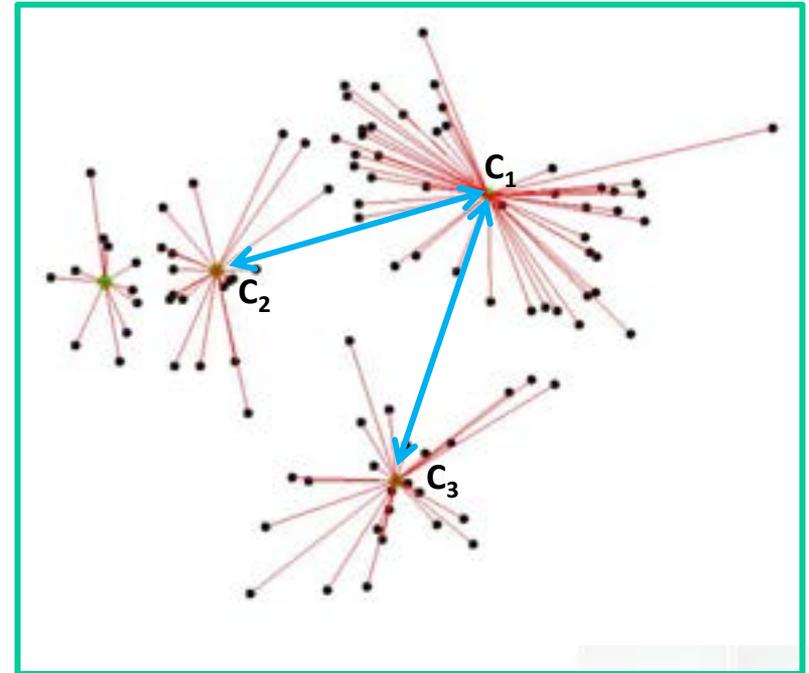
- Spostamenti sistematici casa-lavoro
- Spostamenti occasionali verso punti di attrazione



Cluster Analysis (K-means)

Centroidi (baricentri) C_i tali che:

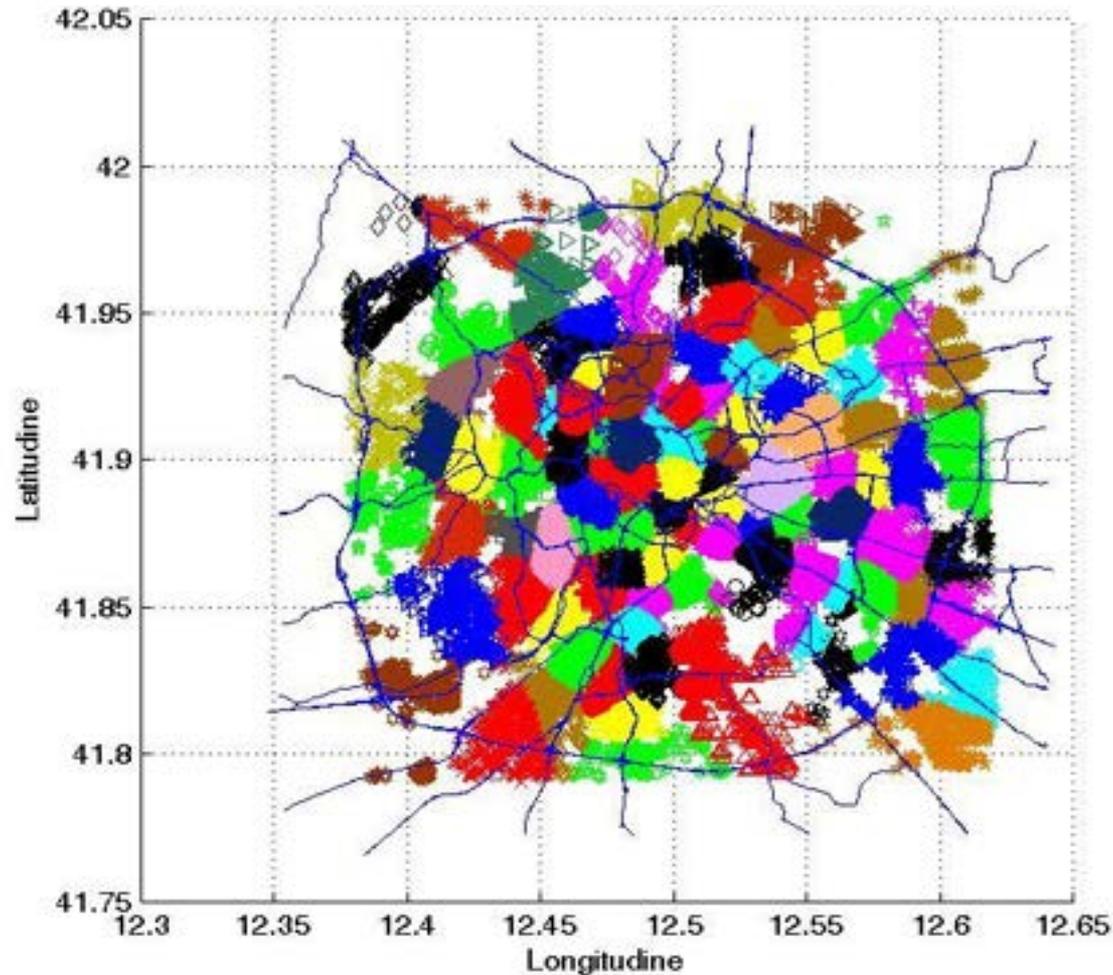
Min (somma distanze intragruppo) + Max (somma distanze intergruppo)



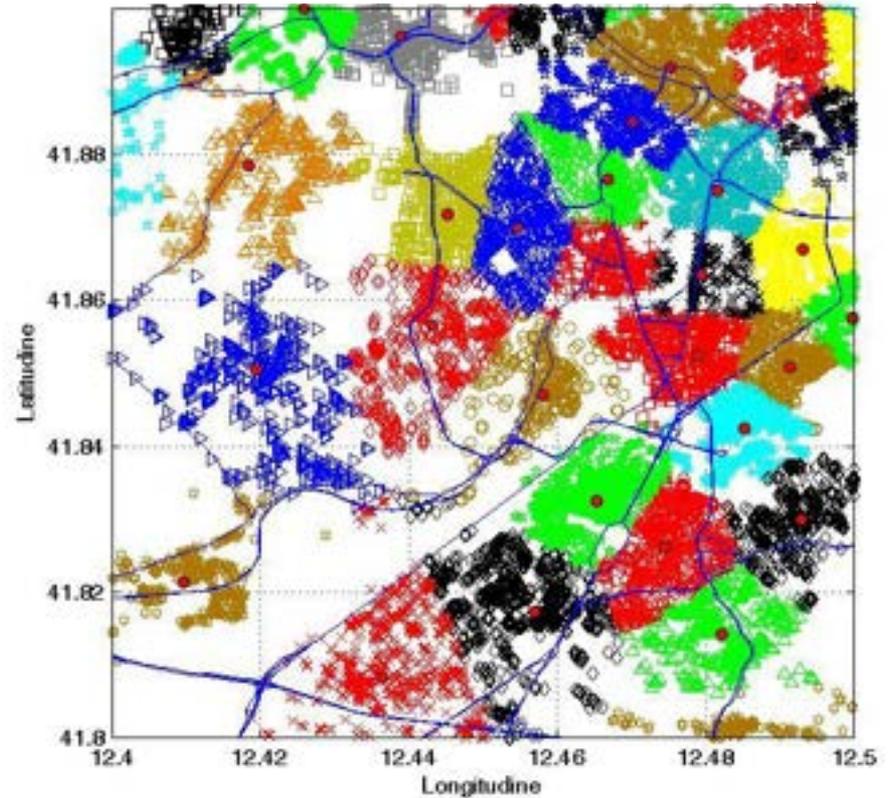
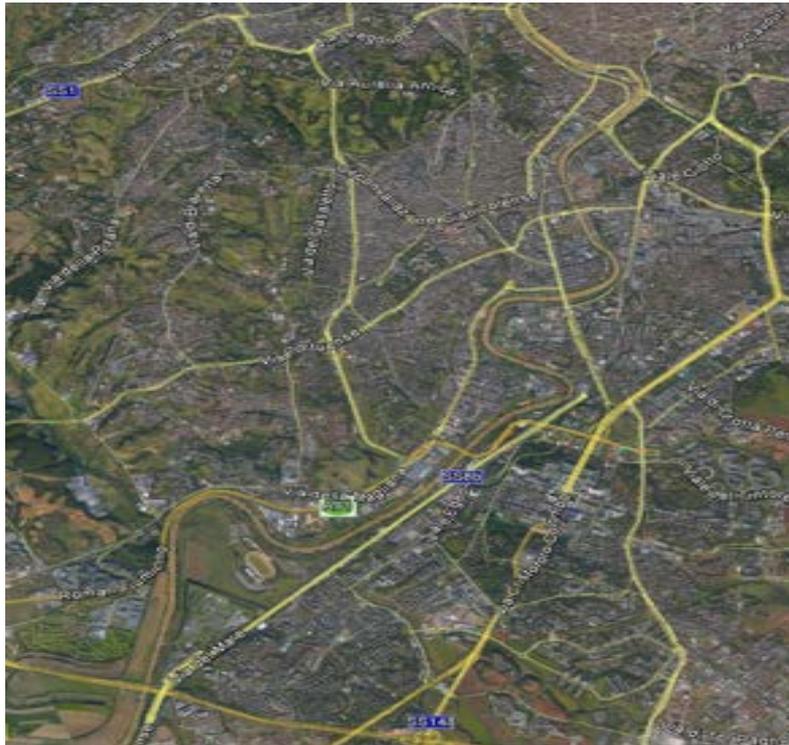
Cluster analysis dei punti di arrivo dei 57.890 viaggi (100 gruppi ~ mediamente 96.5 utenti/giorno)



Raggruppamento dei punti di arrivo (ore 7:00 – 10:00)

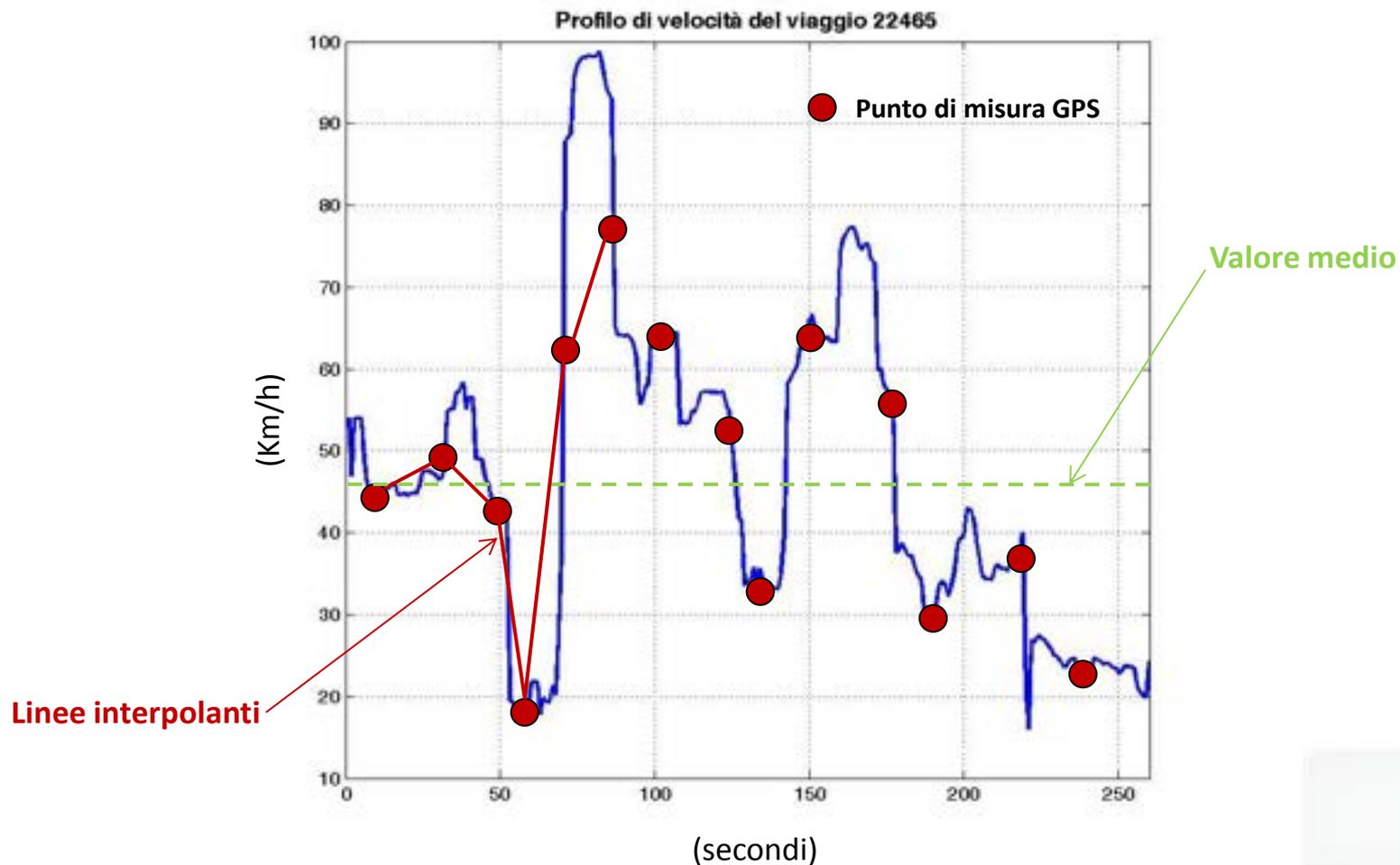


Cluster Analysis e Cartografia



Stazioni/punti di ricarica: casa, parcheggi, posti di lavoro, stazioni di rifornimento, punti di attrazione

Misure disponibili e ricostruzione di un tipico profilo di velocità



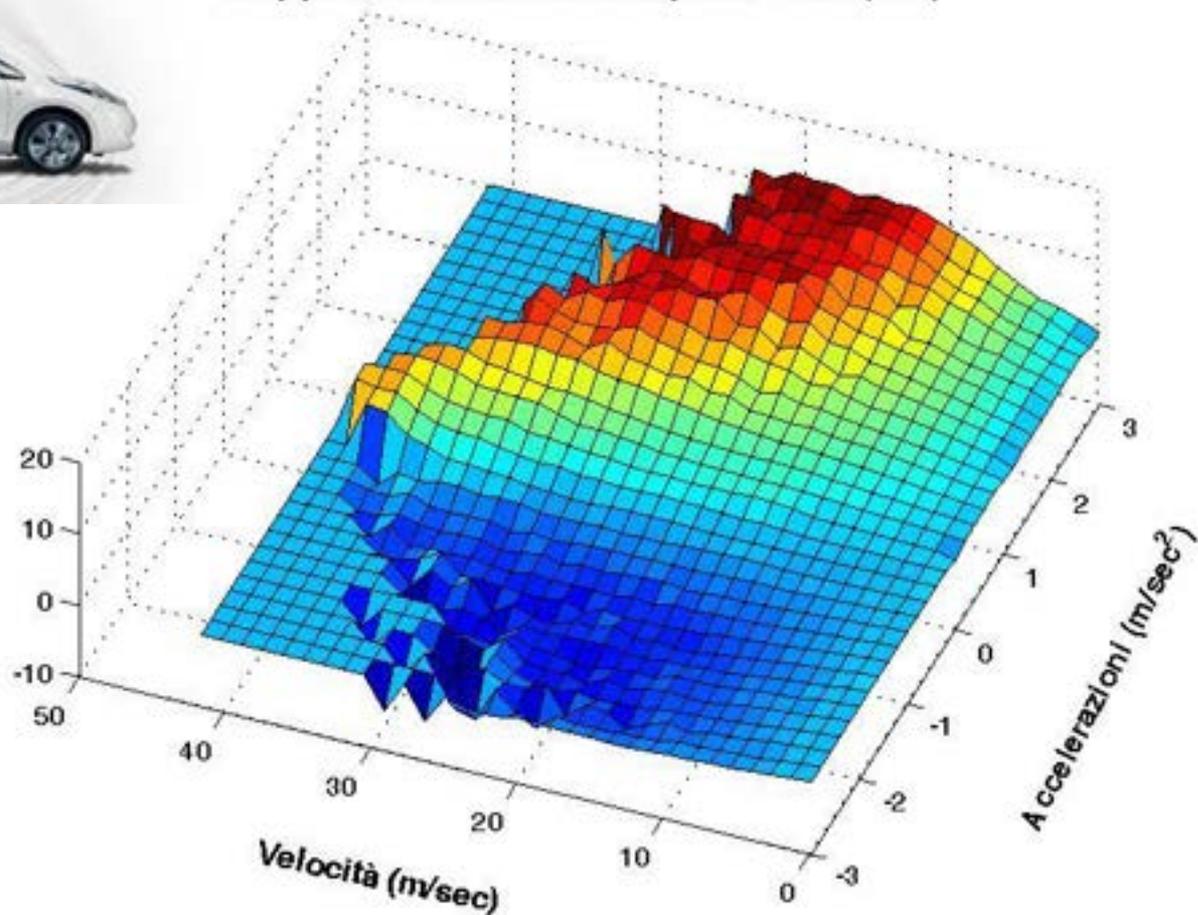
Modello Nissan Leaf Elettrica

(stimato su circa 2.000 km di percorrenza)



Viaggi ≥ 10 km (# 29.110)

Mappa di consumo/recupero Leaf (Wh)



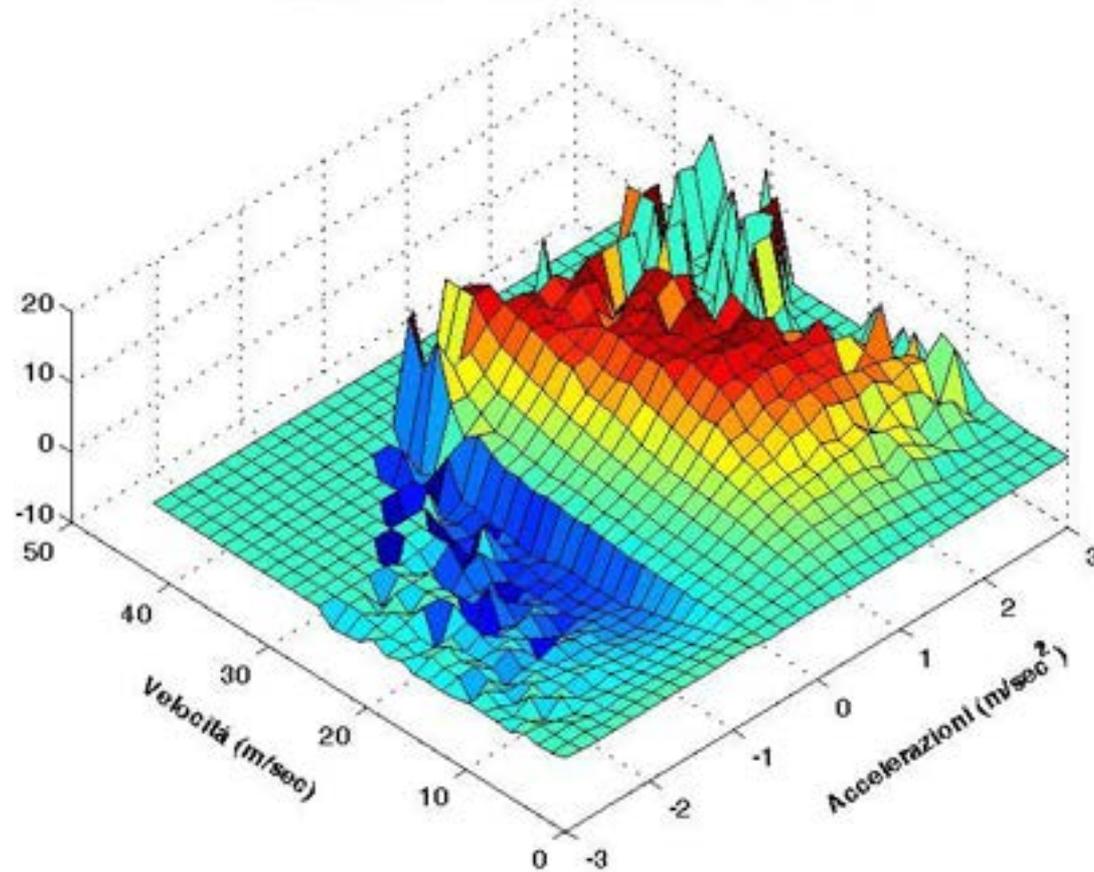
Modello Mitsubishi i-MiEV (da simulatore di veicolo elettrico su circa 2.000 km)



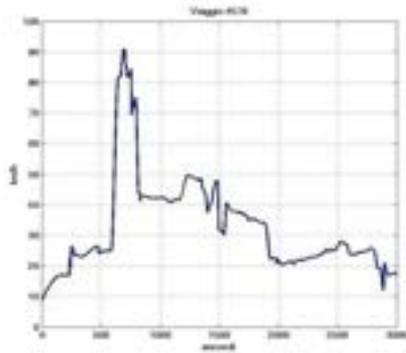
Viaggi < 10 km (# 28.780)



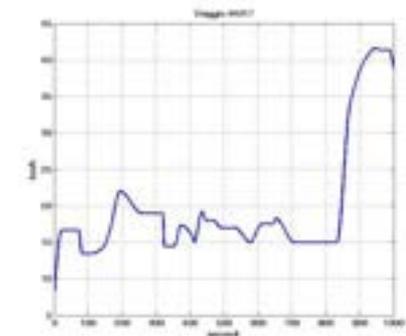
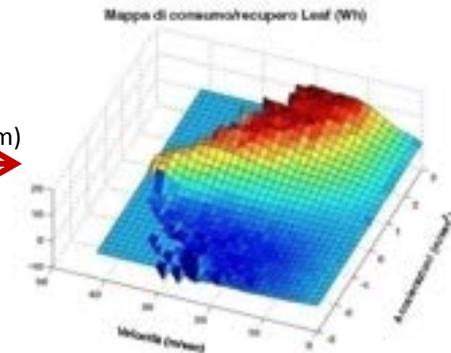
Mappa consumo/recupero Mitsubishi I-Miev (Wh)



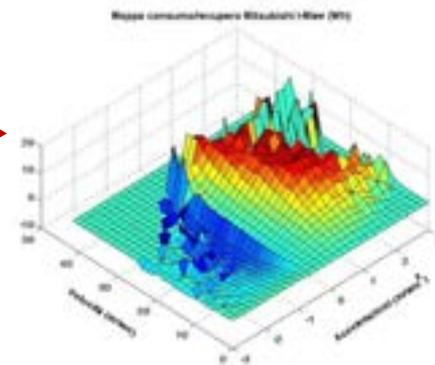
Calcolo ed assegnazione dei consumi



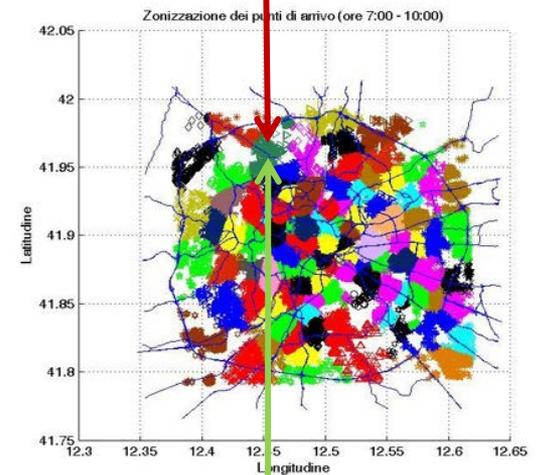
(≥ 10 km)
→



(< 10 km)
→



(kWh consumati)

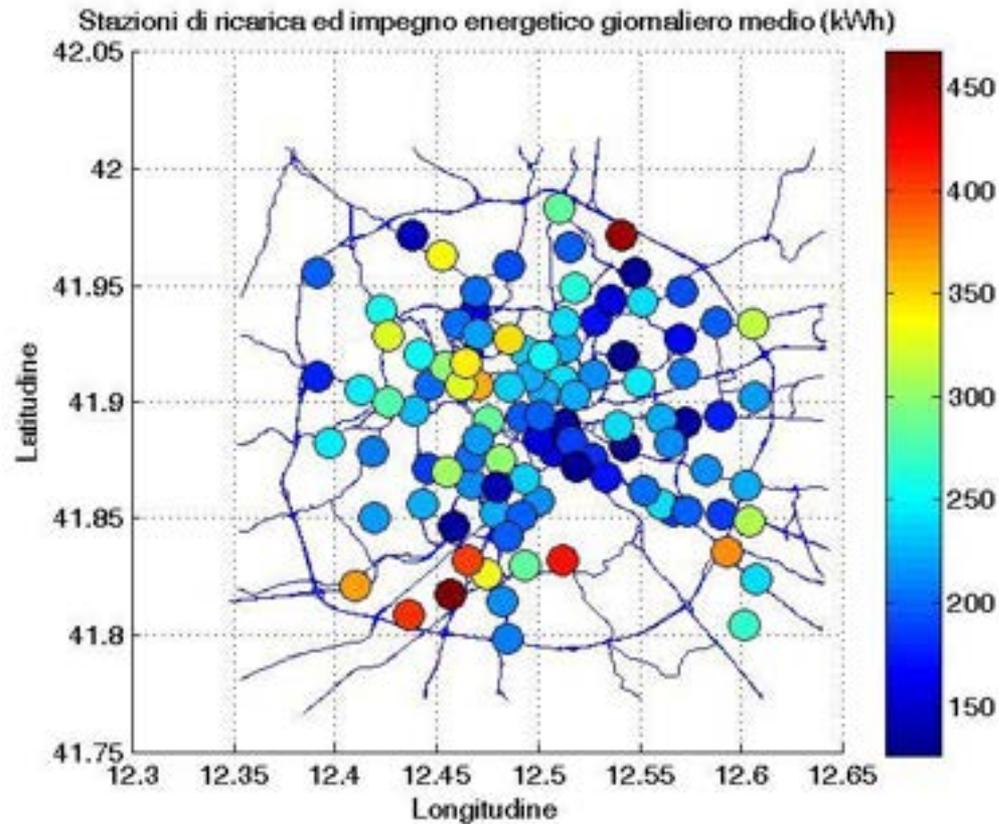


(kWh consumati)

Impegno energetico giornaliero medio



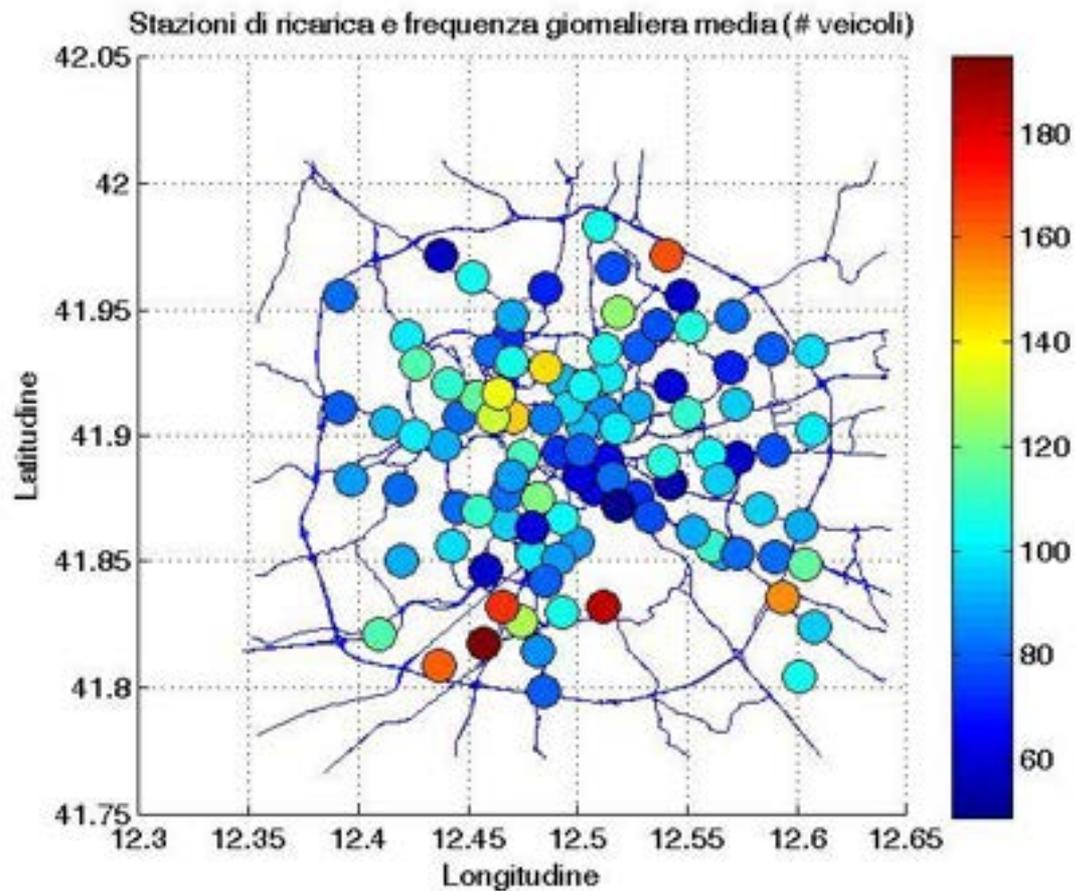
Nissan Leaf + Mitsubishi i-MiEV



Frequenza giornaliera media



Nissan Leaf + Mitsubishi i-MiEV



Conclusioni



- **La disponibilità di un'infrastruttura di ricarica ben ritagliata sulle esigenze dell'utenza è importante ai fini dello sviluppo della mobilità elettrica.**
- **La disponibilità per lo studio della mobilità di grandi database ICT di varia sorgente rende possibile un approccio quantitativo ottimale al problema della creazione di un'infrastruttura di ricarica, nei due aspetti di collocazione ottimale delle stazioni sul territorio e di determinazione della loro taglia energetica.**
- **L'interazione dei dati ICT con i dati del territorio (cartografici, viari, energetici, etc..) può creare una soluzione di dettaglio più centrata nella sua accettabilità territoriale.**

Un operatore olandese (~ 15.000 punti di ricarica)



(In Olanda: 22.000 immatricolazioni nel 2013/ 13.000 immatricolazioni nel 2014, prevalentemente ibride ricaricabili)

Charge Point overview for electric vehicles

You have decided to drive an electric vehicle (EV), and you want to be able to charge the car in an easy and safe way. Charging an EV via a charge point is always faster and safer than using a power outlet.

The New Motion is the only provider that can offer an intelligent charge point with a fixed cable. The Iolo can charge all electric cars at all charging rates up to 22kW. Ideal for charging at home or at a business location.

The questions listed below the chart will help you determine which charge point best fits your needs. You can order from our shop. Would you rather speak to one of our call agents? Call 0031 88 0109 500 or send an email to info@theneemotion.com and we will be happy to advise you.

Are you expecting the delivery of your car shortly? Then please make sure you have provided us with all the necessary information for the installation and have completed the self-assessment. This will allow us to assist you even faster and better.

Charging point	Rate	Configuration	Characteristics	Price excl. VAT	Available
Iolo Pro	3.7kW to 22 kW	pole-mounted or wall-mounted	Ideal for business sites. Load balancing possible	€1.499.00	No. April 2015
Iolo	3.7kW/ 7.4kW/ 11kW/ 22kW	Pole-mounted or wall-mounted	Available with or without an attached cable (4 meters or 8meters) Price excl. cable	€ 849 - (3.7kW) € 849 - (7.4kW) € 949 - (11kW) € 949 - (22 kW)	Yes

(Costo ricarica: ~ 0.30 E./kWh)

Un operatore olandese (~ 15.000 punti di ricarica)



Fast charging

Charging at a standard charge point takes 6 to 8 hours on average. At a fast charger, compatible electric vehicles can charge up to 80% in 15-30 minutes. The network of fast chargers is spread across the Netherlands.

Fast charging brings the whole country within range with an EV. At present, [Nissan LEAF](#), [Mitsubishi Outlander](#), Mitsubishi i-MiEV, Peugeot Ion and Citroën C-Zero are suitable for fast charging in our network.

The first fast charger officially came into service on 29 June 2011, and since then the number of chargers has increased steadily.



No danger of getting bored during the fast charging session; in almost all fast charger locations, you get free internet access, and can plan your meetings or have a snack and drink.

The fast charging network is the result of an intensive collaboration between The New Motion and its partners, including Liander, Nissan, Terberg Leasing, BP, Markeur, AC Autogrill and Van der Valk. [Read more about fast charging](#)

[here](#).

[View fast charger locations in the Netherlands and Belgium on a larger map.](#)

3.7kW (single phase, 16A) charging point

Mitsubishi Outlander, Volvo V60 Plug-in Hybrid, Opel Ampera, Nissan LEAF, Toyota Prius Plug-in Hybrid.

7.4kW (single phase, 32A) charging point

Nissan LEAF 2013, BMW i3 and i8, Tesla Roadster.

11kW (3 phase, 16A) charge point

Tesla Model S, Mercedes A-Class

22kW (3 phase, 32A) charge point

Tesla Model S with Twin Charger option, Renault Zoé, Smart Electric.

Un operatore olandese (~ 15.000 punti di ricarica)

